

Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. вип. 41. технічний. 2019

УДК 69.059.2

DOI: <https://doi.org/10.32347/2707-501x.2019.41.3-11>

**О.С. Молодід,**

канд. техн. наук, доцент

ORCID: 0000-0001-8781-6579

**Н.В. Шарикіна,**

аспірант

ORCID: 0000-0002-9778-378X

Київський національний університет будівництва і архітектури

## **ТЕХНОЛОГІЧНІ ЧИННИКИ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ ВІДНОВЛЕНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ**

*У статті наведено результати аналітичних досліджень науково-технічної літератури з метою виявлення технологічних чинників, які впливають на фізико-механічні показники відновленої бетонної та залізобетонної поверхні. Аналізом встановлено, що при відновленні бетонних та залізобетонних конструкцій, фізико-механічні показники відновленої частини конструкції можуть змінюватися в разі зміни технології виконання робіт. Отже, важливою задачею є виявлення найбільш впливових технологічних чинників, що впливають на експлуатаційні показники відновлених залізобетонних конструкцій. До таких чинників належить: стан основи відновлювальної конструкції; спосіб нанесення ремонтних матеріалів; положення ремонтної поверхні відносно лінії горизонту; умови твердіння ремонтного розчину; ущільнення ремонтного матеріалу; при влаштуванні контактного шару, час витримування між нанесенням та його товщина; вологість відновлювальної поверхні; температура навколишнього середовища при виконанні ремонтних робіт.*

*Виявлено, що спосіб нанесення ремонтного матеріалу, вологість поверхні бетонних конструкцій, товщина контактного шару та час витримування між нанесенням на бетонну поверхню та вкладанням ремонтного матеріалу, метод обробки поверхні, та її стан впливають на міцність зчеплення ремонтного розчину з основою, положення в просторі та кут нахилу до горизонту відновлювальної конструкції впливає на міцність на розтяг при вигині, водонепроникність, морозостійкість та міцність зчеплення ремонтного розчину з основою, умови та час витримування ремонтного матеріалу в опалубці, впливають на міцність зчеплення, водонепроникність, корозійну стійкість та морозостійкість відновленої ділянки, ущільнення бетонної суміші є важливим технологічним чинником, що впливає на міцність на тиск та згин і однорідність ремонтного матеріалу, а тривалість ущільнення бетонної суміші залежить від товщини ремонтного шару, температура навколишнього середовища при виконанні ремонтно-відновлювальних робіт впливає на фізико-механічні показники відновлених бетонних та залізобетонних конструкцій.*

**Ключові слова:** бетон, залізобетон, міцність зчеплення з основою, ремонт, відновлення, ремонтний розчин.

**Постановка задачі.** Аналізом науково-технічної літератури встановлено, що при відновленні бетонних та залізобетонних конструкцій, фізико-механічні показники відновленої частини конструкції можуть змінюватися в разі зміни технології виконання робіт. Отже, важливою задачею є виявлення найбільш

впливових технологічних чинників, що впливають на експлуатаційні показники відроджених залізобетонних конструкцій.

**Виклад основного матеріалу.** Дослідженнями, що визначає найбільш оптимальний спосіб підготовки основи пошкоджених бетонних та залізобетонних конструкцій сірковмісними сполуками займався Авренюк А.М. [1]. Автор виявив, що при ремонті залізобетонних конструкцій важливим є якісна підготовка поверхні пошкодженого бетону та арматури шляхом повного їх очищення, що дає змогу забезпечити сумісну роботу відродженого бетону з існуючим. Вчений встановив, що від стану бетонної основи напряму залежить довговічність з'єднання ремонтного розчину з основою, і для належного зчеплення потрібно повністю видалити пошкоджений шар бетону. У своїх дослідженнях Авренюк А.М. виконував підготовку корошованої бетонної поверхні різними способами. При цьому було виявлено, що при обробці поверхні водою під тиском 150 – 250 атм видалявся лише крихкий поверхневий шар продуктів корозії, а міцний перехідний сульфатизований шар залишався. При обробці поверхні водою під тиском 500 атм сульфатизований шар видалявся повністю, але залишався внутрішній карбонізований шар. При обробці струменем води 600 атм показники були такі, як і в попередньому випадку, але з'явилися пошкодження структури бетону. При тиску води 900 атм очищення від сульфатизованого шару відбулось на 30 %, але при цьому значно пошкодилась структура бетону, з'явилися тріщини глибиною більш ніж 5 мм, та спостерігалось викришування зерен заповнювача. Також автором [1] було встановлено, що при дробоструминному методі обробки під тиском 7 атм повністю видаляються корошовані шари бетону, не пошкоджуючи при цьому поверхню нормального бетону. Крім цього утворюється високий ступінь шорховатості поверхні бетону, що збільшує зчеплення ремонтного шару з бетонною основою. В результаті своїх досліджень Авренюк А.М. встановив, що найбільш ефективними способами очищення корошованого бетону та арматурних стержнів є:

- водоструминний під тиском 450 – 500 атм;
- дробоструминний з тиском 7 атм;
- водо - та піскоструминний з тиском 250 – 300 атм.

Бугаєв В.А. та Горидько Д.В. [3] за результатами досліджень встановили вплив стану відновлювальної бетонної поверхні (очищеної та звичайної) на міцність на зсув ремонтного розчину з поверхнею відновлювальної конструкції. Відновлення проводили звичайним бетоном на основі портландцементу, та модифікованим бетоном. Показники міцності на зсув при відновленні звичайним бетоном очищеної поверхні становили – 2,64 МПа, а звичайної поверхні – 2,21 МПа. Міцність на зсув модифікованого бетону з очищеною поверхнею становила – 5,74 МПа, а звичайною поверхнею – 4,83 МПа.

Отже, технологічний чинник – метод обробки поверхні, та її стан впливає на міцність зчеплення ремонтного розчину з основою.

Кононенко О.М. [6] досліджував залежність міцності зчеплення ремонтного розчину з основою від способу нанесення ремонтних матеріалів на відновлювальну конструкцію. В дослідженнях ремонтні матеріали наносили вручну з використанням шпателя і методом торкретування. Більш високі показники міцності зчеплення ремонтного розчину з бетонною основою спостерігалися при відновленні бетонної конструкції методом торкретування і в

середньому становили – 2,04 МПа. Показники міцності зчеплення ремонтного розчину до відновленої поверхні з використанням шпателя становили – 1,69 МПа.

Духанін П.В. [4] також проводив дослідження, метою яких було визначення впливу способу влаштування ремонтного шару на міцність зчеплення його з бетонною основою. Науковець дослідив відновлення залізобетонних поверхонь методами оштукатурювання, віброоштукатурювання та торкретування. Крім цього, було досліджено методи з додатковими технологічними прийомами, а саме: застосування вібраційного впливу з використанням вібропластини на бетонну суміш в зоні контакту з поверхнею конструкції, що ремонтується, та влаштування адгезійного шару на поверхню конструкції, що відновлюється. За результатами досліджень, найбільшу міцність зчеплення ремонтного матеріалу з відновленою конструкцією, отримано при вібруванні вібропластиною свіжеукладеного бетону в зоні його контакту з поверхнею, що ремонтується. Дослідник також встановив, що максимальна міцність зчеплення досягається при щільному контакті (при мінімально можливому зазорі) вібропластини з поверхнею, що ремонтується і становить – 1,47 МПа, міцність зчеплення при торкретуванні становить – 1,4 МПа, а при відновленні з нанесенням клейового контактного шару – 1,9 МПа. В разі оштукатурювання та віброоштукатурювання показники міцності зчеплення становлять – 0,4 та – 0,6 МПа відповідно.

Отже, спосіб нанесення ремонтного матеріалу впливає на міцність зчеплення ремонтного матеріалу з відновлювальною поверхнею.

Кононенко О.М. [6] досліджуючи методи відновлення залізобетонних конструкцій встановив, що міцність зчеплення ремонтного матеріалу з залізобетонною конструкцією залежить від кута нахилу до горизонту поверхні, що відновлюється: горизонтальна, похила (під кутом 30° до горизонту) та вертикальна. За результатами досліджень встановлено, що найбільша міцність зчеплення спостерігалась при відновленні горизонтальної поверхні зверху, і становила – 1,76 МПа, а найменша – при ремонті вертикальної площини – 1,17 МПа, під нахилом – 1,65 МПа. Крім цього, спостерігалась залежність показників морозостійкості та водонепроникності від кута нахилу поверхні до горизонту. Автор відмітив, що при відновленні горизонтальної поверхні зверху, показник водонепроникності коливався W10 – W12, а морозостійкість  $F > 300$ . Зі збільшенням кута нахилу до горизонту показники водонепроникності та морозостійкості погіршуються і коливаються від W8 – W10, та F200 – 300. На вертикальних поверхнях водонепроникність становила W6 – W4, морозостійкість F150.

Ісмаїл Ель-Рашид Алі [5] виявив вплив положення ремонтної ділянки на міцність розтягу при вигині. Найкращі результати він отримав в разі ремонту дефекту зверху на горизонтальних конструкціях. При положенні дефектів знизу та вертикально, міцність розтягу при вигині знижувалася на 9 – 10 %.

Отже, такий технологічний чинник, як положення в просторі та кут нахилу до горизонту відновлювальної конструкції впливає на міцність на розтяг при вигині, водонепроникність, морозостійкість та міцність зчеплення ремонтного розчину з основою.

Духанін П.В. [4] на основі експериментальних досліджень встановив, що матеріал використаної опалубки та час витримування бетону в опалубці впливає на водопоглинання. В дослідженнях зразки вкладали в дерев'яну та металеву опалубку, які розпалублювали через 10 хвилин. Крім цього, формували зразки в

металеву форму, поверхні якої, в тому числі і верхня, вкриті поліетиленовою плівкою. В результаті встановлено: після 6 годин водонасичення найбільше водопоглинання спостерігалося у бетонних зразках, що були вкладені у дерев'яну опалубку – режим твердіння, та у зразків, які були відразу розпалублені –  $0,15 \text{ г/см}^3$ , зразки, витримані під плівкою, мали показник водопоглинання –  $0,08 \text{ г/см}^3$ . Дослідник дійшов висновку, що збільшення часу витримування бетону під щільно прилеглою плівкою впливає на зниження водопоглинання, але не більше чотирьох діб, бо подальше витримування показник майже не знижує. Це пояснюється тим, що повітронепроникна плівка запобігає утворенню капілярної пористості поверхневого шару, що виникає внаслідок інтенсивного випаровування води в період твердіння, а також запобігає всмоктуванню повітря з атмосфери в бетон, при утворенні розрідження в порах бетону під час реакції гідратації цементу. Також Духанін П.В. довів, що витримування бетону під плівкою запобігає випаровуванню вологи з бетону, утворюючи умови для повного та тривалого часу гідратації цементу, в результаті чого підвищується міцність бетону, морозостійкість, водонепроникність та корозійна стійкість.

Агеев А.О. [2], досліджуючи умови твердіння ремонтного розчину на основі полімерцементних сухих будівельних сумішей, витримував зразки в нормально-вологих умовах (вологість не менша 80 %); повітряно-сухих (вологість повітря 50–60 %); та двох комбінованих режимах. Провівши аналіз результатів експериментів, науковець дійшов висновку, що для підвищення показників міцності зчеплення, оптимальними є нормально-вологі умови догляду ( $R_{ад}=2,05 \text{ МПа}$ ), та комбінований режим ( $R_{ад}=2,35 \text{ МПа}$ ). Найменші показники міцності зчеплення зафіксовані у зразках, які витримували в повітряно-сухих умовах, що мають негативний вплив на фізико-механічні показники матеріалу.

Отже, такі технологічні чинники, як умови та час витримування ремонтного матеріалу в опалубці, впливають на наступні фізико-механічні показники відремонтованих залізобетонних поверхонь: міцність зчеплення, водонепроникність, корозійну стійкість та морозостійкість відновленої ділянки.

Стародубцев В.Г. [7] досліджував вплив ущільнення бетонної суміші на якість бетону. Визначив, що міцність на стиск та однорідність бетону залежить від часу ущільнення. Бетон, ущільнений протягом 60 секунд, має міцність на стиск – 31 МПа; ущільнений протягом 120 сек – 39 МПа; 180 сек – 44 МПа; 240 сек – 47 МПа. При цьому слід зазначити, що ущільнення може негативно вплинути на однорідність бетонної суміші внаслідок розшарування.

Агеев А.О. [2] експериментально встановив, що ущільнення ремонтної розчинної суміші та її товщина, впливає на показники міцності на стиск та згин. Дослідник укладав ремонтну суміш в один та три шари, ущільнюючи її. Міцність розчину на згин зросла, як при укладанні суміші в один шар, так і при укладанні у три шари. З 9,2 МПа до 10,7 МПа – при укладанні в один шар; з 10,1 МПа до 11,0 МПа – при укладанні у три шари. Розчин, для якого суміш вкладали в один шар (40 мм), мав найбільший показник міцності на згин за умови його вібрування протягом 60 секунд. Розчин, для якого суміш укладали у три шари, найбільшу міцність на згин отримав після ущільнення вібруванням протягом 10 секунд, при продовженні ущільнення, міцність зразків зменшувалася. Пояснюється це тим, що відбувається процес переміщення наповнювача меншої фракції вниз, що призводить до розшарування та порушення однорідності ремонтного матеріалу. Показник міцності на стиск при укладанні розчину в один шар неущільнених

вібруванням зразків становить – 41,5 МПа, а ущільнених – 60,9 МПа, а при укладанні в три шари міцність на стиск неущільнених вібруванням зразків становить – 52,6 МПа, ущільнених – 62,9 МПа.

Аналізуючи приведені дослідження, можна дійти висновку: ущільнення бетонної суміші є важливим технологічним чинником, що впливає на міцність на стиск та згин і однорідність ремонтного матеріалу, а тривалість ущільнення бетонної суміші залежить від товщини ремонтного шару.

Агєєв А.О. [2] для досягнення високих показників міцності зчеплення ремонтного матеріалу з основою використовував контактний шар – праймер. Він встановив, що для забезпечення якісної роботи праймеру, важливим технологічними параметрами є час витримування між нанесенням праймеру на бетонну основу і укладанням ремонтної суміші. При пересушенні праймеру знижується міцність зчеплення ремонтного матеріалу до бетонної основи, а його перезволоження підвищує небезпеку сповзання ремонтної суміші (особливо на вертикальних поверхнях) та знижує якість відновлених конструкцій.

Духанін П. В. [4] теж встановив залежність впливу товщини та часу витримування контактної клейової пасти на міцність зчеплення ремонтного шару з поверхнею відновлювальної конструкції. Встановлено, що підвищенню міцності зчеплення сприяє зменшення товщини контактного шару. Крім того в тонкому шарі розвиток пластичних деформацій обмежений, і як наслідок, він міцніший за товстий. Встановлено, що збільшення товщини контактного шару призводить до зниження міцності зчеплення, а оптимальна його товщина рівна – 0,5 – 1,5 мм. Збільшення часу витримування між нанесенням клейової пасти на відновлювальну поверхню перед укладанням ремонтного розчину призводить до зниження зчеплення ремонтного шару з відновлювальною конструкцією. Духанін П.В. визначив, що найкращий показник міцності зчеплення спостерігався в разі укладання ремонтної суміші на свіженанесену клейову пасту та становить 2 МПа. Перерва між нанесенням в 30 хвилин знизила показник міцності зчеплення до 1,4 МПа; 60 хв – 1,1 МПа; 150 хв – 0,8 МПа.

Таким чином, можна зробити висновок, що при влаштуванні контактного шару, важливими технологічними чинниками є його товщина та час витримування між нанесенням контактного шару на бетонну поверхню та укладанням ремонтного матеріалу, які суттєво позначаються на міцності зчеплення ремонтного розчину до бетонної основи.

Агєєв А.О. [2] довів, що вологість відновлювальної поверхні впливає на експлуатаційні показники відновленої ділянки. Дослідник наносив на суху бетонну поверхню (вологість менше 60 %), вологу (вологість в межах 60 %) та водонасичену (вологість більша 80 %) три види ремонтних систем: проникаючу та укріплюючу ґрунтовку, адгезійний шар – праймер, та ґрунтовку і праймер разом. Провівши аналіз результатів досліджень, вчений прийшов до висновку, що для сухої поверхні найбільші показники міцності зчеплення досягаються при нанесенні ґрунтовки та ремонтного розчину ( $R_{ад}=1,37\text{--}1,45$  МПа), і поєднання праймеру та ґрунтовки ( $R_{ад}=1,25\text{--}1,67$  МПа), низькі показники отримані при нанесенні праймеру ( $R_{ад}=1,08\text{--}1,22$  МПа). На вологій поверхні найкращий результат отримано при застосуванні праймеру та ремонтного матеріалу  $R_{ад}=2,0$  МПа, з використанням ґрунтовки на вологій поверхні показник міцності зчеплення становить  $R_{ад}=1,0\text{--}1,1$  МПа, що нижчий в порівнянні з сухою поверхнею. Ґрунтовка та праймер на вологій поверхні мають міцність зчеплення

Рад=1,8–2,0 МПа, що збільшилися в порівнянні з сухою поверхнею. Міцність зчеплення ремонтного матеріалу до водонасиченої поверхні бетону значно знизилася: при використанні ґрунтовки показник становить Рад=0,8–1,0 МПа, ґрунтовка в поєднанні з праймером 1,2–1,36 МПа, праймер – 1,6–1,83 МПа.

Отже, технологічний чинник – вологість поверхні бетонних конструкцій, що підлягають відновленню, впливає на міцність зчеплення ремонтного розчину з бетонною основою.

Вивчаючи вплив температури навколишнього середовища при виконанні відновлювальних робіт на міцність на стиск та згин і міцність зчеплення ремонтних матеріалів на основі полімерів, Агєєв А. О. [2] дійшов висновку, що оптимальною температурою навколишнього середовища є 20°C, при якій фізико-механічні показники розчину будуть наступні: Rзг – 10,58 МПа; Rст – 75,1 МПа; Рад – 2,41 МПа. Трохи гірші фізико-механічні показники зразків спостерігались при температурі 35°C: Rзг – 9,25 МПа; Rст – 69,2 МПа; Рад – 2,03 МПа, а найгірші показники у зразків, витриманих при температурі 5°C: Rзг – 7,23 МПа; Rст – 50,9 МПа; Рад – 1,29 МПа.

Ісмаїл Ель-Рашид Алі [5], відновлюючи залізобетонні конструкції, визначив, що найкращий показник міцності на розтяг при вигині отримано при відновленні конструкції за температури 35°C, а показник дефектності становив 0,28. При температурі 50°C показник міцності знизився на 8 – 12 %, а показник дефектності зріс на 15 – 18 %, при температурі 20°C на 8 – 10 % нижче міцність та на 8 – 10 % вище показник дефектності в порівнянні з бетоном, що витримувався при температурі 35°C.

Таблиця 1

**Технологічні чинники, які впливають на фізико-механічні показники відновлених бетонних та залізобетонних конструкцій**

№ п/п	Технологічний чинник	Дослідники	Фізико-механічні показники відновлених бетонних та залізобетонних конструкцій
1	2	3	4
1	Стан основи відновлювальної конструкції	Авренюк А. М. Бугаєв В. А. Горидько Д. В.	Міцність зчеплення з основою
2	Спосіб нанесення ремонтних матеріалів	Кононенко О.М. Духанін П. В.	Міцність зчеплення з основою
3	Положення ремонтної поверхні відносно лінії горизонту	Кононенко О.М. Ісмаїл Ель-Рашид Алі	Міцність зчеплення з основою, морозостійкість, водонепроникність, розтяг при вигині
4	Умови твердіння ремонтного розчину	Духанін П. В. Агєєв А. О.	Водопоглинання, водонепроникність, корозійна стійкість, морозостійкість, міцність зчеплення з основою.
5	Ущільнення	Стародубцев В. Г. Агєєв А. О.	Міцність на стиск, міцність на згин, однорідність матеріалу

Закінчення табл. 1

1	2	3	4
6	Влаштування контактного шару. Час витримки між нанесенням контактного шару і ремонтного матеріалу, товщина контактного шару.	Духанін П. В. Агєєв А. О.	Міцність зчеплення з основою
7	Вологість відновлювальної поверхні	Агєєв А. О.	Міцність зчеплення з основою
8	Температура навколишнього середовища при виконанні ремонтних робіт	Агєєв А. О. Ісмаїл Ель-Рашид Алі.	Міцність на стиск, міцність на згин,

Отже, температура навколишнього середовища при виконанні ремонтно відновлювальних робіт впливає на фізико-механічні показники відновлених бетонних та залізобетонних конструкцій.

**Висновок:** аналізом науково-технічної літератури встановлено технологічні чинники, вплив яких може змінювати значення фізико-механічних показників відновленої бетонної та залізобетонної поверхні. До таких чинників належить: стан основи відновлювальної конструкції; спосіб нанесення ремонтних матеріалів; положення ремонтної поверхні відносно лінії горизонту; умови твердіння ремонтного розчину; ущільнення ремонтного матеріалу; при влаштуванні контактного шару, час витримання між нанесенням та його товщина; вологість відновлювальної поверхні; температура навколишнього середовища при виконанні ремонтних робіт.

#### *Список літератури:*

1. Авренюк А. Н. Восстановление бетона и железобетона после деструктивного воздействия серосодержащих соединений материалами на цементной основе: автореф. ...канд. тех. наук: 05.23.05 / Авренюк Андрей Николаевич; Уфимский гос. нефт. техн. ун-т – Уфа 2009. – 23 с.
2. Агєєв А.О. Відновлення залізобетонних гідротехнічних споруд меліоративних систем методом конструкційного ремонту: дис. ...канд. тех. наук 06.01.02 / А.О. Агєєв; Національна академія аграрних наук України. Інститут водних проблем і меліорації. Київ – 2016. – 184 стр.
3. Бугаев В. А., Горидько Д. В. Особенности восстановления зданий и сооружений специального назначения /В. А. Бугаев, Д. В. Горидько. //Наука и прогресс транспорта. Вестник ДНУ железнодорожного транспорта 2006 г.
4. Духанин П. В. Совершенствование технологии ремонта железобетонных конструкций городских канализационных очистных сооружений: дис. ...канд. техн. наук: 05.23.08 / Духанин Петр Васильевич; Ростовский гос. строй. ун-т. – Ростов-на-Дону – 2001.– 137 с.
5. Исмаил Эль-Рашид Али. Исследование свойств бетона для ремонта конструкций в жарком климате: автореф. ...канд. тех. наук: 05.23.05 / Исмаил Эль-Рашид Али; Владимирский государственный технический университет Владимир 1996. – 22 стр.
6. Кононенко А. Н. Технология ремонта и восстановления поврежденных поверхностей железобетонных конструкций: дис. ...канд. тех. наук. 05.23.08 /

Кононенко Алексей Николаевич; Харьковский государственный технический университет строительства и архитектуры. Харьков 2008. – 135 стр.

7. Стародубцев В. Г. Исследование влияния технологии укладки и уплотнения бетонной смеси на однородность структуры и свойств бетона / В.Г. Стародубцев, Д.А. Горяинов // Электронный научный журнал Курского государственного университета. 2018. № 1 (17)

### **References**

1. Avrenyuk, A.N. (2009). “Restoration of concrete and reinforced concrete after the destructive impact of sulfur-containing compounds with cement-based materials”, Abstract of Ph.D. dissertation, Building materials and products, Ufimskiy gosudarstvennyy neftyanoy tekhnicheskij universitet, Ufa, Russia.

2. Aheyev, A.O. (2016). “Rehabilitation of reinforced concrete hydrotechnical structures of reclamation systems by method of structural repair” Ph.D. Thesis, Agricultural reclamation, Natsional'na akademiya ahrarykh nauk Ukrainy Instytut vodnykh problem i melioratsiyi, Kiev, Ukraine.

3. Bugayev, V.A., Gorid'ko D.V. (2006), “Features of the restoration of buildings and structures for special purposes”, *Nauka i progress transporta. Vestnik Dnepropetrovskogo natsional'nogo universiteta zheleznodorozhnogo transporta*.

4. Dukhanin, P.V. (2001), “Improving the technology of repair of reinforced concrete structures of urban sewage treatment plants”, Ph.D. Thesis, Technology and organization of construction, Rostovskiy gosudarstvennyy stroitel'nyy unyversytet, Rostov-na-Donu, Russia.

5. Ismail El'-Rashid Ali. (1996) “Study of the properties of concrete for the repair of structures in hot climates”, Abstract of Ph.D. dissertation, Building materials and products, Vladimirskiy gosudarstvennyy tekhnicheskij universitet, Vladimir, Russia.

6. Kononenko, A.N. (2008). “Technology of repair and restoration of damaged surfaces of reinforced concrete structures”, Ph.D. Thesis, Technology and organization of industrial and civil construction, KGTUSA, Khar'kov, Ukraine.

7. Starodubtsev, V.G., Goryainov, D.A. (2018). “Study of the influence of the technology of laying and compacting concrete mixture on the uniformity of the structure and properties of concrete”, *Elektronnyy nauchnyy zhurnal Kurskogo gosudarstvennogo universiteta*, no 1 (17).

### **А.С. Молодед, Н.В. Шарыкина**

**Технологические факторы, влияющие на эксплуатационные показатели восстановленных железобетонных конструкций.**

В статье приведены результаты аналитических исследований научно-технической литературы, которые позволили определить технологические факторы, влияющие на физико-механические показатели восстановленных бетонных и железобетонных конструкций. К таким факторам относятся: состояние основы восстановленной конструкции; способ нанесения ремонтных материалов; положение ремонтной поверхности относительно линии горизонта; условия твердения ремонтного раствора; уплотнение ремонтного материала; при устройстве контактного слоя, время выдержки между нанесением и его толщиной; влажность восстановленной поверхности; температура окружающей среды при выполнении ремонтных работ.



**Ключевые слова:** бетон, железобетон, прочность сцепления с основанием, ремонт, восстановление, ремонтный раствор.

**O. Molodid, N. Sharikina**

**Technological factors affecting the performance of the restored concrete structures.**

The article presents the results of analytical studies of the scientific and technical literature in order to identify the technological factors that affect the physical and mechanical parameters of the restored concrete and reinforced concrete surface. The analysis revealed that during the restoration of concrete and reinforced concrete structures, physical and mechanical parts of the structure can be restored in case of change of technology of performance of works. Therefore, an important task is to identify the most influential technological factors that affect the performance of the restored reinforced concrete structures. These factors include: the state of the foundation of the restoration structure; method of applying repair materials; position of the repair surface relative to the horizon line; conditions of hardening of repair solution; sealing of repair material; in the arrangement of the contact layer, the dwell time between the application and its thickness; humidity of the restoring surface; ambient temperature during repair work.

It is revealed that the method of application of the repair material, the humidity of the surface of the concrete structures, the thickness of the contact layer and the dwell time between the application to the concrete surface and the laying of the repair material, the method of surface treatment, and its condition affect the adhesion strength of the repair solution with the base, position in space and angle inclination to the horizon of the restoration structure influences the tensile strength in bending, water resistance, frost resistance and adhesion strength of the repair solution with the base, conditions and retention time of the formwork material in the formwork, affect the adhesion strength, water resistance, corrosion resistance and frost resistance of the restored area, compaction of the concrete mixture is an important technological factor that affects the compression and bending strength and uniformity of the repair material, and the duration of the repair of the seal. , the ambient temperature during the repair works is affecting the physical and mechanical performance of the restored concrete and reinforced concrete structures.

**Keywords:** concrete, reinforced concrete, adhesive strength with the base, repair, restoration, repair solution.

### **Посилання на статтю**

**APA:** Molodid, O.S. & Sharykina, N.V. (2019). Tekhnolohichni chynnyky yaki vplyvaiut na ekspluatatsiini pokaznyky vidnovlenykh zalizobetonnykh konstruksii. *Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn*, 41, 3 –11.

**ДСТУ:** Молодід О.С. Технологічні чинники, які впливають на експлуатаційні показники відновлених залізобетонних конструкцій [Текст] / О.С. Молодід, Н.В. Шарикіна // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. – 2019. – № 41. – С. 3–11.